



320015 Control i Automatització Industrial

Exàmens tipus test del laboratori de control amb les seves solucions

Aquest és un recull de les preguntes que han anat apareixent al llarg dels anys a l'examen tipus test de laboratori de la part de control de l'assignatura amb les respostes correctes assenyalades. Les preguntes estan separades per pràctiques. Evidentment, no es recullen totes les preguntes de tots els exàmens pel senzill fet que les que s'han omès no són altra cosa que variants de les que ja estan recollides anteriorment, canviant els números que hi intervenen sense que això afecti el concepte avaluat que hi ha darrera la pregunta.

Contingut

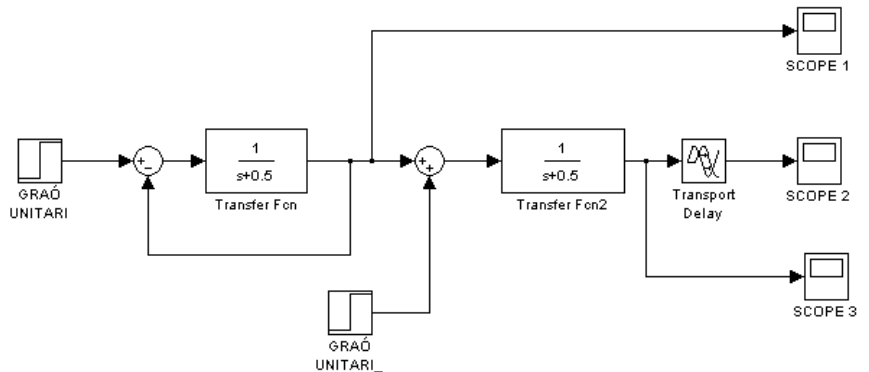
Pràctica 1. Matlab, Simulink, senyal i sistema.....	2
Pràctica 2. Linealització i característica estàtica.....	4
Pràctica 3. Característica estàtica i funció de transferència.....	6
Pràctica 4. Accions de control P, I i D.....	10
Pràctica 5. Sintonia empírica i analítica de PID.....	17
Pràctica 6. Regulador PID industrial Bürkert 1110.....	19

Pràctica 1. Matlab, Simulink, senyal i sistema

1.1 Volem obtenir la resposta en llaç obert de la funció de transferència $G1 = \frac{1}{s+0.5}$ a un graó unitari, utilitzant Simulink. A quin bloc SCOPE, dels 3 que es mostren en el model, podrem veure aquesta resposta?

- a) SCOPE 3
- b) SCOPE 2
- c) SCOPE 1

d) No és possible veure la resposta de G1 en llaç obert en aquest model de Simulink



1.2 Si, inicialment, **a=1**, **b=5** i **aux=3**, després d'executar la seqüència següent amb Matlab: **aux=a ; a=b ; b=aux**

A) a=5, b=1, aux=1

C) a=5, b=1, aux=3

B) a=3, b=3, aux=3

D) a=3, b=5, aux=1

1.3 Per a dibuixar la gràfica de la funció $y = 2e^x$ dins l'interval $[-5,5]$ amb increments de x de 0.1 amb Matlab, utilitzarem la següent instrucció o seqüència d'instruccions:

- a) `plot(2*exp(x),-5,0.1,5);`
- b) `x=-5:0.1:5; y=2*e^x; plot(y,x)`
- c) `x=-5:0.1:5; y=2*e^x; figure(y,x)`

d) `x=-5:0.1:5; y=2*exp(x); plot(x,y)`

1.4 Si escrivim a la línia de comanda de MATLAB `>> log(10)` i premem la tecla ENTER, què esperem obtenir?

a) dóna error degut a que caldria haver introduït `>> logarithm(10)`

b) **1** degut a que el logaritme base 10 de 10 és 1

c) 2.3026 degut a que la instrucció **log** correspon al logaritme natural d'un nombre

d) 1.6331e+16 que és el nombre més gran que es pot representar a Matlab

1.5 Per calcular les arrels del polinomi $P(s)=s^4+5s^2+2s-8$ mitjançant MATLAB caldria escriure a la línia de comanda les següents instruccions:

A) `P=[1 5 2 -8]; roots(P)`

C) `P=[1 5 2 -8]; step(P)`

B) `P=[1 0 5 2 -8]; step(P)`

D) `P=[1 0 5 2 -8]; roots(P)`

1.6 Si es desitja conèixer i visualitzar la resposta del sistema G1 (prèviament definit com $G1=tf([1],[1\ 0.5])$) durant 10 segons amb un mostreig de 0.1 segons quan se li aplica un graó unitari a l'entrada, cal teclejar:

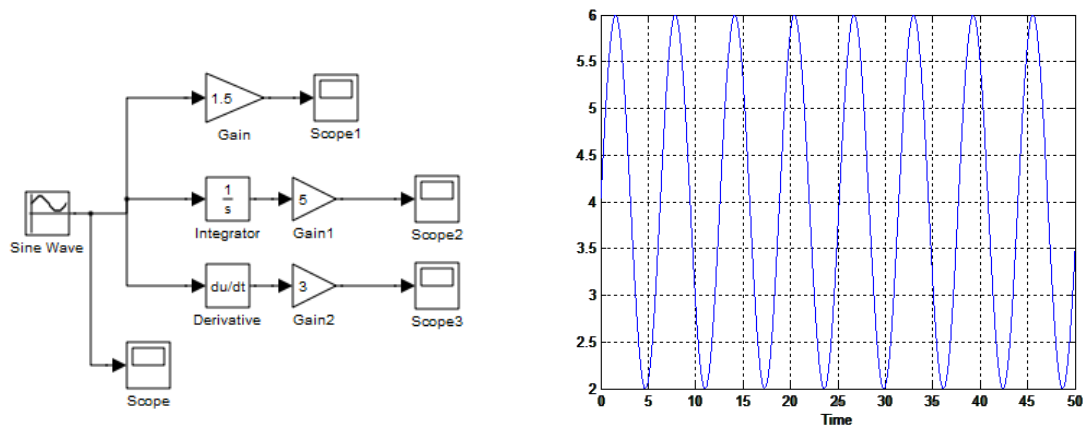
A) `t=0:0.1:10; y1=impulse(G1,t); plot(t,y1)`

C) `t=0:0.1,10; y1=step(G1,t); plot(t,y1)`

B) `t=0:0.1:10; y1=step(G1,t); plot(t,y1)`

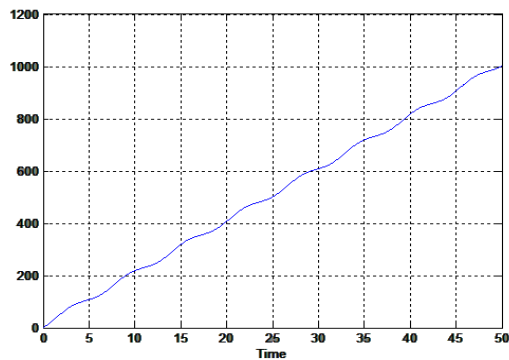
D) `t=0:0.1,10; y1=impulse(G1,t); plot(t,y1)`

1.7 Tenint en compte el muntatge i la gràfica del bloc Scope mostrats a la Figura 1,



a quin bloc pot correspondre a la figura següent?

Figura 1



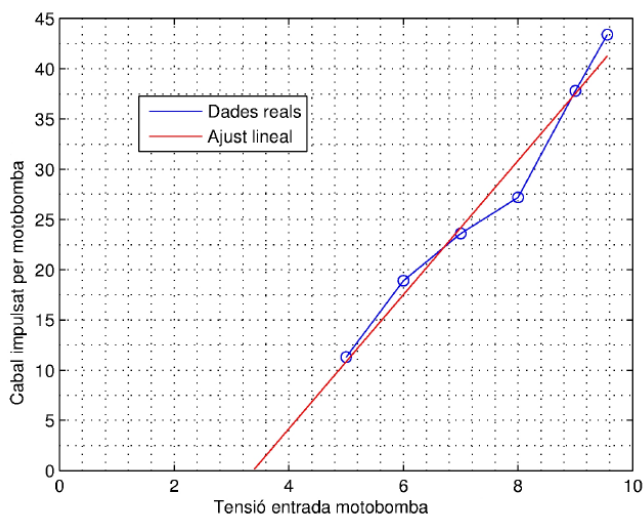
- a) Scope1
- b) Scope2**
- c) Scope3
- d) Cap dels anteriors

1.8 Si escrivim a la línia de comanda de MATLAB `>> tan(90)` i premem la tecla ENTER, què esperem obtenir?

- a) **Inf** degut a que la tangent de 90° és infinit
- b) -1.9952** degut a que la instrucció ***tan*** pren l'angle en radians
- c) **$1.6331e+16$** que és el nombre més gran que es pot representar a Matlab
- d) dóna error degut a que caldria haver introduït **`>> tan(90°)`**

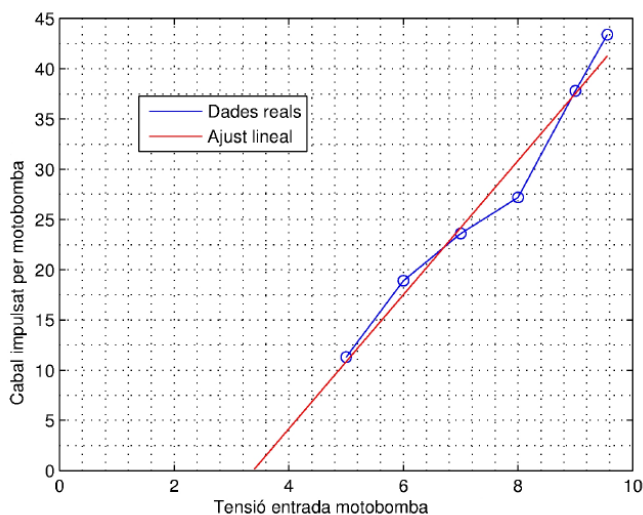
Pràctica 2. Linealització i característica estàtica

2.1 La figura mostra la característica estàtica de l'actuador motobomba; es pot afirmar que:



- a) El guany estàtic és d'aproximadament $6.25 \frac{V \cdot s}{cm^3}$
- b) El guany estàtic és d'aproximadament $0.08 \frac{V \cdot s}{cm^3}$
- c) El guany estàtic és d'aproximadament $6.25 \frac{cm^3}{V \cdot s}$**
- d) El guany estàtic és d'aproximadament $0.08 \frac{cm^3}{V \cdot s}$

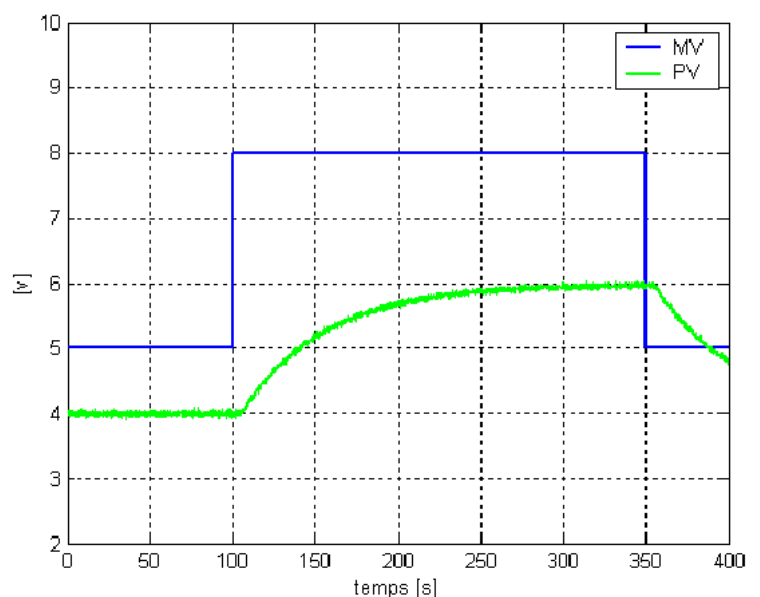
2.2 La figura mostra la característica estàtica de l'actuador motobomba; es pot afirmar que:



- a) La zona morta és d'aproximadament 3.5 segons
- b) La zona morta és d'aproximadament 3.5 Volts**
- c) El guany estàtic és adimensional
- d) No existeix zona morta

2.3 Dels següents fenòmens hipotèticament observables en el nostre procés de laboratori, quin podriem dir que és conseqüència de la zona morta?

- a) Veiem que la PV triga un cert temps a reaccionar davant d'un canvi de MV de 5V a 8V.
- b) Veiem que hi ha un rang de MV pel qual PV és constant i proper al PV màxim.
- c) Veiem que hi ha un rang de valors baixos de MV pel qual PV no varia.**
- d) Veiem que en llaç tancat i amb controlador proporcional, hi ha un error en règim permanent igual al valor de la zona morta.



2.4 Com a resultat de la linealització de l'equació diferencial sistema a la Pràctica 2 obtenim:

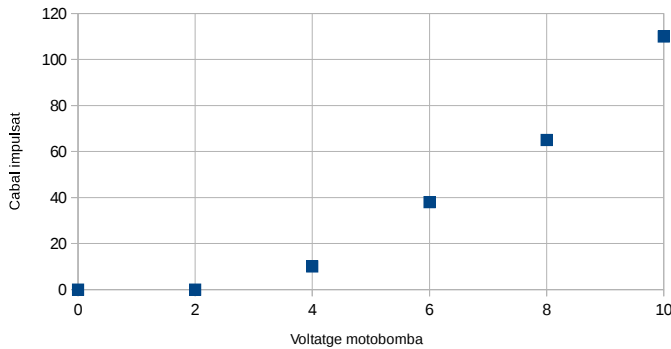
A) un model de la motobomba sense zona morta

B) un model de la vàlvula amb comportament lineal

C) un model linealitzat del procés de laboratori (entrada cabal, sortida nivell) vàlid per simular el comportament del sistema entorn de punts d'equilibri

D) un model linealitzat del procés de laboratori (entrada voltatge de motobomba, sortida nivell) vàlid per simular el comportament del sistema per a rangs de MV de 0 a 10V

2.5 La figura següent mostra la característica estàtica d'una motobomba del laboratori; l'entrada és el Voltatge d'alimentació i la sortida és el cabal volumètric impulsat. Atès el gràfic, es pot afirmar que la zona morta és de:



A) 3 seg

B) 10 cm^3/seg

C) 10 V

D) cap de les anteriors

2.6 El guany estàtic de la motobomba:

A) és la relació lineal entre el cabal que impulsa i la seva tensió d'alimentació; les seves unitats són $\text{V}/(\text{cm}^3/\text{seg})$

B) és la relació lineal entre el cabal que impulsa i la seva tensió d'alimentació; les seves unitats són $(\text{cm}^3/\text{seg})/\text{V}$

C) és la relació lineal entre el voltatge amb què s'alimenta i el cabal que impulsa; les seves unitats són $\text{V}/(\text{cm}^3/\text{seg})$

D) és la relació lineal entre el voltatge amb què s'alimenta i el cabal que impulsa; les seves unitats són $(\text{cm}^3/\text{seg})/\text{V}$

2.7 Si en el procés de laboratori amb les vàlvules d'entrada i sortida del dipòsit superior totalment obertes s'han determinat la zona morta ZM i el seu guany estàtic K experimentalment, què s'espera que passi raonablement si la vàlvula d'entrada es tanca a $\frac{1}{4}$ i la de sortida es manté oberta totalment:

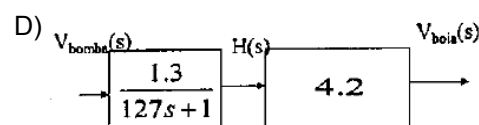
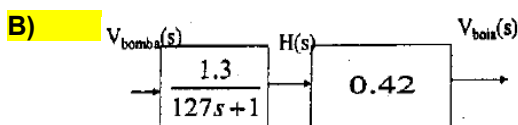
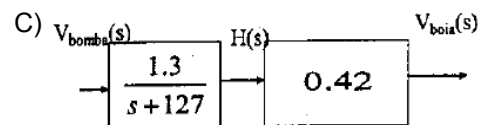
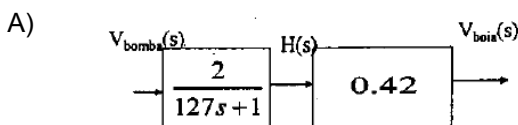
A) La zona morta ZM augmenta i el guany estàtic K es manté constant

B) El guany estàtic K augmenta i la zona morta és manté constant

C) La zona ZM disminueix i el guany estàtic K es manté constant

D) El guany estàtic K disminueix i la zona morta és manté constant

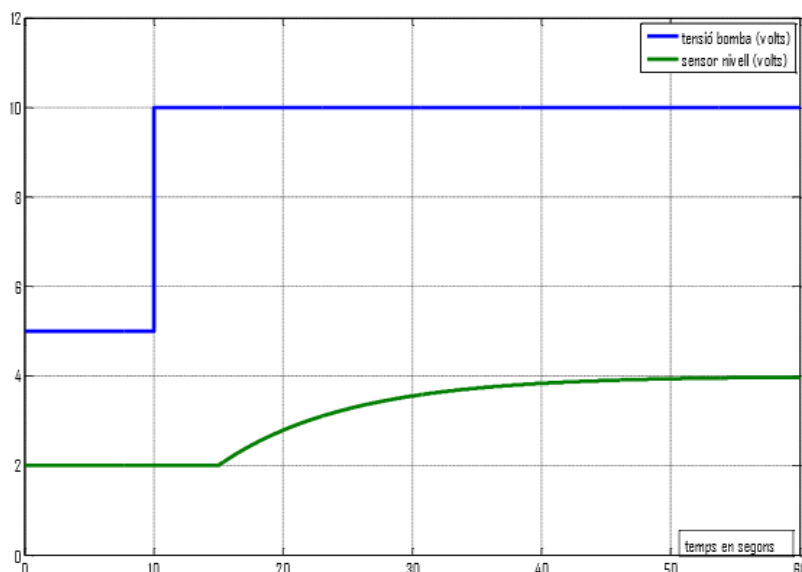
2.8 Aplico un graó de 7.5V com a entrada $v_{\text{bomba}}(t)$ a la bomba d'un procés similar al del laboratori amb el dipòsit superior inicialment buit i observo que el dipòsit superior es comença a omplir. Passats 127 segons el nivell $h(t)$ del dipòsit es troba a 6.32cm i quan han passat 1000 segons veig que es troba als 10cm i ja no varia més. El sensor de nivell, que en aquest cas és una boia, $v_{\text{boia}}(t)$ marca 4.2V amb aquest valor final de 10cm. Considerant que el sistema i els seus components són lineals, quin pot ser el seu diagrama de blocs?



Pràctica 3. Característica estàtica i funció de transferència

3.1 Al equip del laboratori s'ha fet un assaig que correspon a la figura adjunta. De l'anàlisi exclusiva d'aquesta resposta es pot dir que:

- A) l'equip té zona morta
- B) l'equip té un temps mort**
- C) l'equip és no lineal
- D) l'equip té saturació



3.2 De l'anàlisi de la mateixa figura precedent de la resposta de l'equip es pot deduir:

- A) el guany estàtic és aproximadament 0.4 i el retard pur aproximadament 5 segons**
- B) el guany estàtic és aproximadament 4 i el retard pur és aproximadament 5 segons
- C) el guany estàtic és aproximadament 0.4 i el retard pur és aproximadament 15 segons
- D) el guany estàtic és aproximadament 4 i el retard pur és aproximadament 15 segons

3.3 En relació al sistema de dipòsits del laboratori, si comparem la resposta simulada del model no lineal amb la resposta simulada del model linealitzat quan l'entrada és un graó, podem afirmar que:

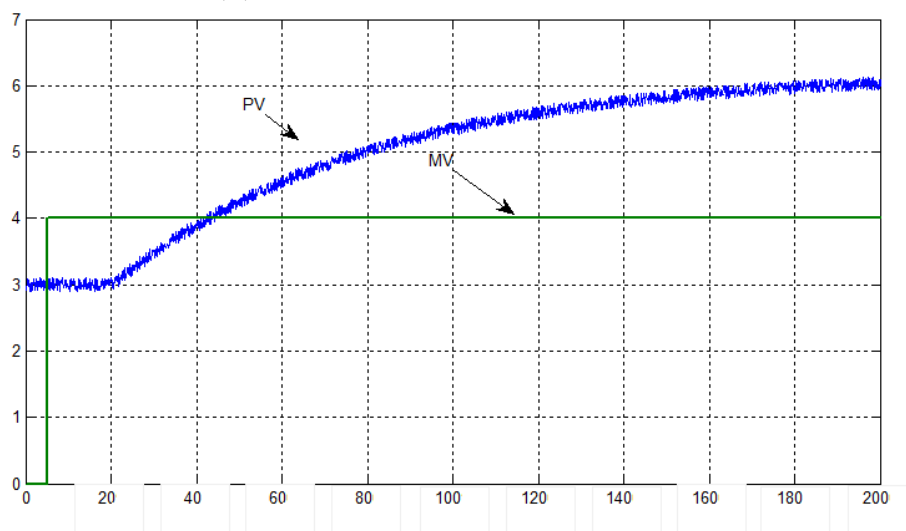
- A) No les podem comparar perquè amb Simulink només podem simular el comportament del model lineal
- B) Són respostes que no s'assemblen perquè el model no lineal presenta una resposta inestable i el lineal una resposta estable
- C) No les podem comparar perquè no podem obtenir una funció de transferència del model no lineal i per tant no el podem simular

D) Les dues respostes s'assemblen sempre i quan el graó representi un petit increment respecte un punt d'operació del sistema

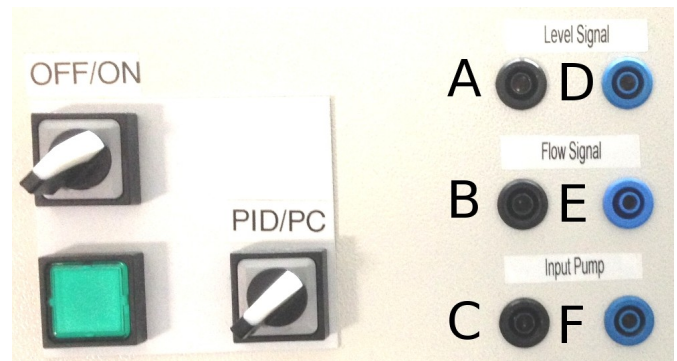
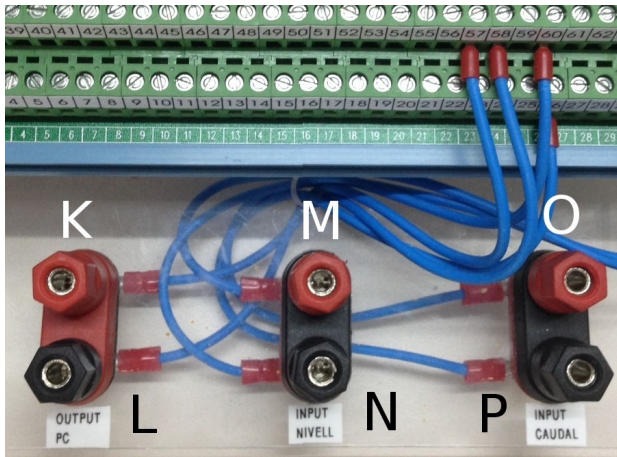
3.4 A un procés del laboratori se li aplica a la seva bomba el senyal MV i s'obté, del sensor de nivell, el senyal PV mostrat. Llavors el model experimental

$$G(s) = \frac{\Delta PV(s)}{\Delta MV(s)} = \frac{Ke^{-sT_0}}{\tau s + 1} \quad \text{del sistema serà (essent } PV(0) = y_0 \text{):}$$

- a) $K = 1.50$, $T_0 = 15 \text{ seg}$,
 $\tau = 60 \text{ seg}$, $y_0 = 0$
- b) $K = 1.50$, $T_0 = 20 \text{ seg}$,
 $\tau = 60 \text{ seg}$, $y_0 = 3$
- c) $K = 0.75$, $T_0 = 15 \text{ seg}$,
 $\tau = 60 \text{ seg}$, $y_0 = 3$**
- d) $K = 0.75$, $T_0 = 20 \text{ seg}$,
 $\tau = 60 \text{ seg}$, $y_0 = 3$



3.5 Per fer un muntatge en llaç obert del procés real de nivell del laboratori mitjançant SIMULINK cal fer les següents connexions físiques mitjançant cables:



- a) C-K, F-L, A-M, D-N
- b) C-L, F-K, A-N, D-M**
- c) B-L, E-K, C-N, F-M
- d) A-N, D-M, B-L, E-K

3.6 A un procés del laboratori se li aplica a la seva bomba el senyal U i s'obté, del sensor de nivell, el senyal Y mostrat.

Llavors el model experimental

$$G(s) = \frac{\Delta Y(s)}{\Delta U(s)} = \frac{K e^{-sT_0}}{\tau s + 1} \quad \text{del}$$

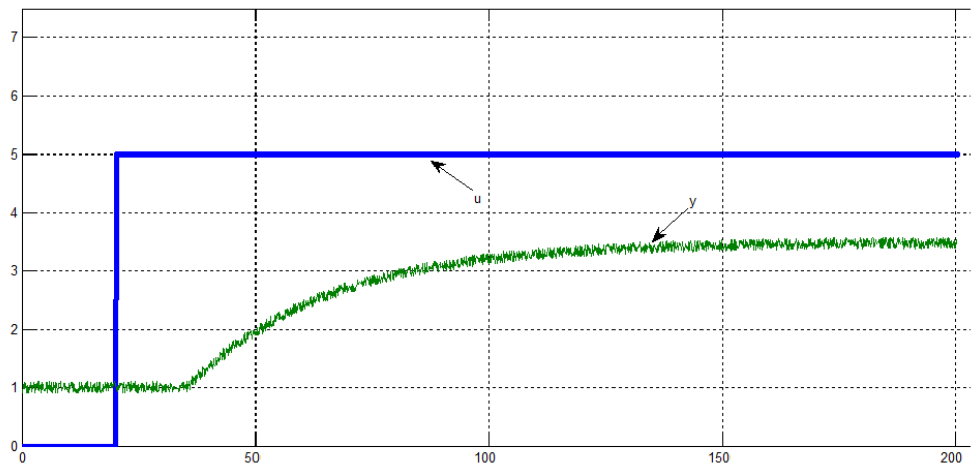
sistema serà (essent $PV(0) = y_0$):

a) $K = 0.35$, $T_0 = 20 \text{ seg}$,
 $\tau = 30 \text{ seg}$, $y_0 = 0$

b) $K = 0.35$, $T_0 = 35 \text{ seg}$,
 $\tau = 30 \text{ seg}$, $y_0 = 0$

**c) $K = 0.5$, $T_0 = 15 \text{ seg}$,
 $\tau = 30 \text{ seg}$, $y_0 = 1$**

d) $K = 0.5$, $T_0 = 35 \text{ seg}$, $\tau = 30 \text{ seg}$, $y_0 = 1$



3.7 En el nostre procés del laboratori, com hem obtingut la característica estàtica en llaç obert?

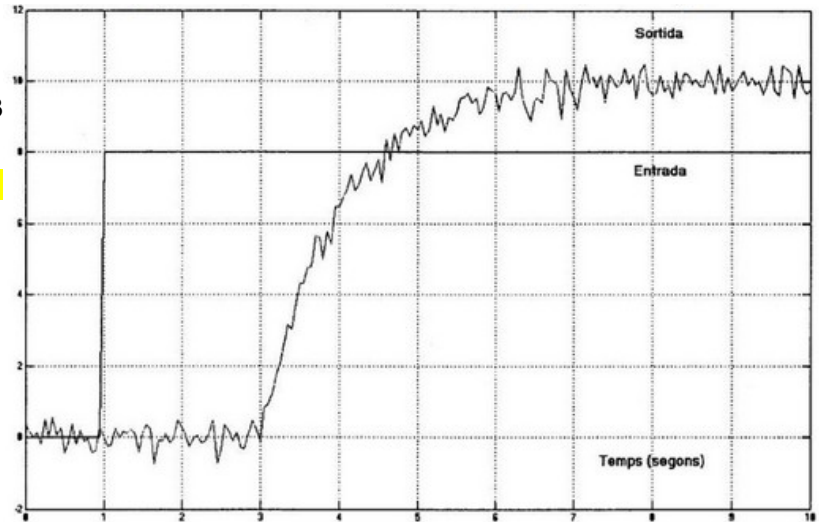
- a) Hem simulat amb Matlab la resposta del model dinàmic del procés davant una entrada graó, i en paral·lel hem aplicat el mateix graó al procés real i hem capturat PVreal. Després hem comparat gràficament PVmodel amb PVreal.
- b) Hem aplicat un canvi de MV de 5V a 8V al procés i hem observat gràficament la resposta de PV fins que aquesta ha arribat al règim permanent.
- c) Sobre el procés real, hem utilitzat un regulador en mode P, i considerant dos valors diferents de la constant del regulador Kp, hem observat els valors de l'error, MV i PV que s'han assolit en règim permanent.

d) Hem fet una taula aplicant diferents valors de MV al procés i hem anotat els valors observats de PV quan el sistema ha arribat al règim permanent.

3.8 La resposta d'un procés de primer ordre en llaç obert davant una entrada graó és la que s'adjunta.

Es pot afirmar que:

- a) La zona morta és de 2 segons.
- b) La seva constant de temps τ és de 3 segons, aproximadament.
- c) La seva constant de temps τ és d'1 segon, aproximadament.**
- d) El guany estàtic és $K=0.8$.

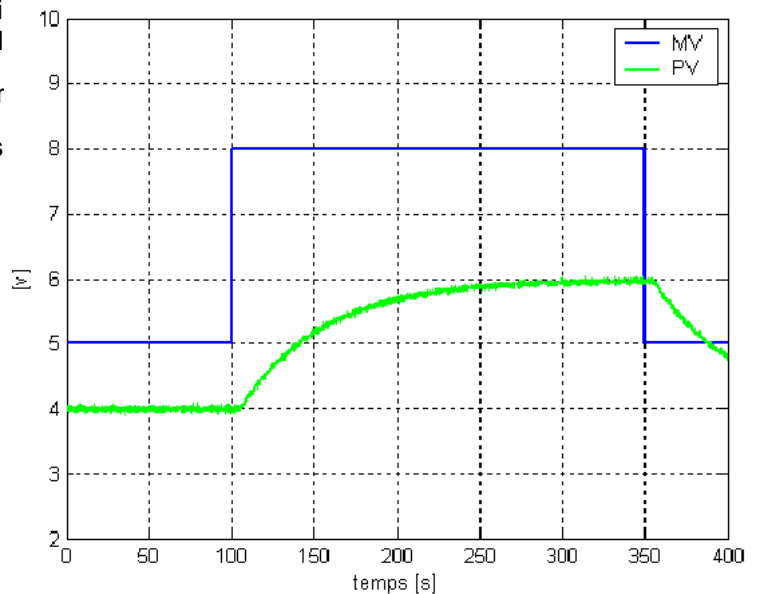


3.9 Hem aplicat un increment de MV al nostre sistema i hem observat PV (veure figura). Sabem que el model

experimental té l'expressió $G(s) = \frac{K}{\tau \cdot s + 1} e^{-T_o \cdot s}$. Per

a aquest increment de MV, podem afirmar (en relació als paràmetres del model) que:

- a) $K > 1$, $\tau > 100s$, $T_o > 50s$
- b) $K > 1$, $\tau < 100s$, $T_o < 50s$
- c) $K < 1$, $\tau < 100s$, $T_o < 50s$**
- d) $K < 1$, $\tau > 100s$, $T_o < 50s$



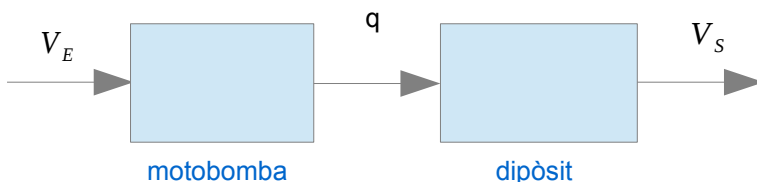
3.10 Si al procés de laboratori, amb les vàlvules d'entrada i sortida del dipòsit superior totalment obertes, s'han determinat la zona morta ZM i el seu guany estàtic K experimentalment, què s'espera que passi raonablement si la vàlvula de sortida es tanca a $\frac{1}{4}$ i la d'entrada es manté oberta totalment:

- A) La zona morta ZM augmenta i el guany estàtic K es manté constant
- B) El guany estàtic K augmenta i la zona morta és manté constant**
- C) La zona ZM disminueix i el guany estàtic K es manté constant
- D) El guany estàtic K disminueix i la zona morta és manté constant

3.11 El guany estàtic de la motobomba (entrada voltatge V_E , sortida cabal) del procés del laboratori té un valor de

10 (en les unitats que correspongui). Sabent que la funció de transferència del sistema complet és: $\frac{V_S}{V_E} = \frac{0.7}{40s+1}$ on

V_S és el voltatge del sensor de nivell del dipòsit i V_E el voltatge d'alimentació de la motobomba. Quin cabal (en les unitats que correspongui) originarà un voltatge al sensor de 7V?



- a) $q=7$
- c) $q=100$**
- b) $q=4.9$
- d) $q=10$

3.12 Un sistema dipòsit com el del laboratori ve descrit per la següent equació diferencial:

$$q(t) - K\sqrt{h(t)} = A \frac{dh(t)}{dt}$$

Quin és el valor del guany K si, en règim permanent, un cabal d'entrada de $50 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$ proporciona un nivell de 25 cm ?

a) $K=2$

b) $K=10$

c) $K=5$

d) $K=25$

3.13 Un sistema dipòsit com el del laboratori ve descrit per la següent equació diferencial: $q(t) - K\sqrt{h(t)} = A \frac{dh(t)}{dt}$

A quin valor del nivell \bar{h} s'estabilitzarà en règim permanent, sabent que el guany $K=20$, per un cabal d'entrada de $\bar{q}=100 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$?

a) $\bar{h}=5 \text{ cm}$

b) $\bar{h}=25 \text{ cm}$

c) $\bar{h}=100 \text{ cm}$

d) $\bar{h}=20 \text{ cm}$

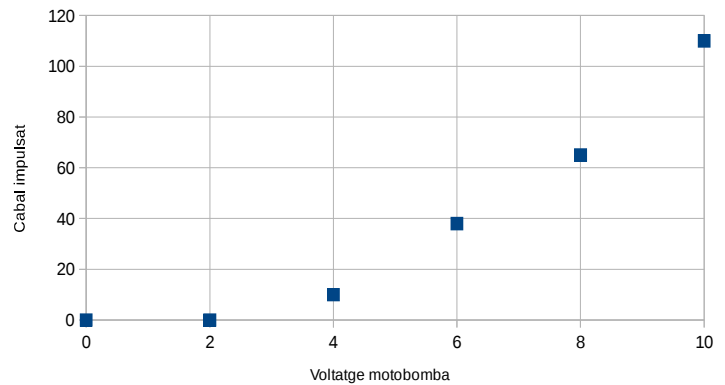
3.14 La figura següent mostra la característica estàtica d'una motobomba del laboratori; l'entrada és el Voltatge d'alimentació i la sortida és el cabal volumètric impulsat. Atès el gràfic, es pot afirmar que la zona morta és, aproximadament, de:

a) $0.067 \text{ V/cm}^3/\text{seg}$

b) $15 \text{ cm}^3/\text{seg/V}$

c) 3 V

d) 2 seg



3.15 Per a determinar la característica estàtica de la motobomba, l'hem excitat amb 5, 7 i 9V, i el cabal que ha impulsat ha estat de 10, 30 i 50 cm³/s respectivament. Podem afirmar que:

A) El guany estàtic de la motobomba és de $10 \text{ (cm}^3/\text{s)/V}$ i la zona morta de 4 V

B) El guany estàtic de la motobomba és, aproximadament, d'uns $5 \text{ (cm}^3/\text{s)/V}$ i la zona morta de 2 V

C) El guany estàtic de la motobomba és, aproximadament, d'uns $0.2 \text{ V/(cm}^3/\text{s)}$ i la zona morta de 4 V

D) El guany estàtic de la motobomba és de $0.1 \text{ V/(cm}^3/\text{s)}$ i la zona morta de 2 V

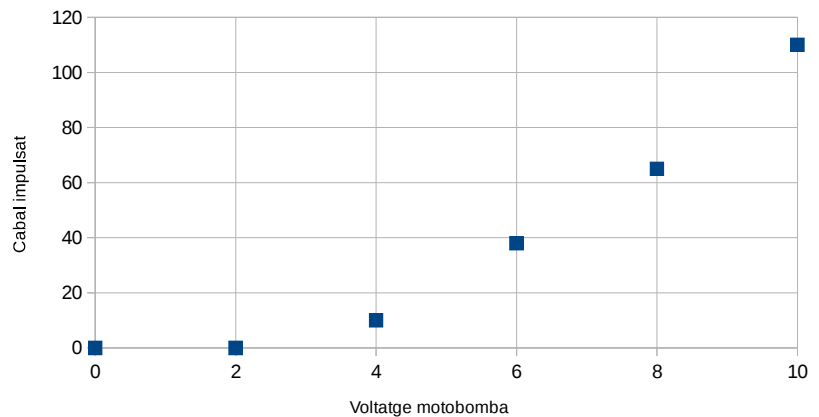
3.16 La figura següent mostra la característica estàtica d'una motobomba del laboratori; l'entrada és el Voltatge d'alimentació i la sortida és el cabal volumètric impulsat. Atès el gràfic, es pot afirmar que el guany estàtic és, aproximadament, de:

a) $110 \text{ cm}^3/\text{seg}$

b) $15 \text{ cm}^3/\text{seg/V}$

c) 3 V

d) $0.067 \text{ V/cm}^3/\text{seg}$



Pràctica 4. Accions de control P, I i D

4.1 En un regulador PID, es compleixen les següents equivalències de paràmetres:

- a) $K_I = K_P * T_I$ i $K_D = K_P / T_D$ **c) $K_I = K_P / T_I$ i $K_D = K_P * T_D$**
b) $K_I = K_P / T_I$ i $K_D = K_P / T_D$ d) $K_I = K_P * T_I$ i $K_D = K_P * T_D$

4.2 Un regulador PID és capaç d'eliminar l'error en règim permanent quan es controla el nivell del dipòsit superior del laboratori?

a) Amb una estructura P no, però amb una estructura PI sí.

- b) Amb una estructura P sí, però amb una estructura PI no.
c) Amb una estructura P sí, i amb una estructura PI també.
d) Amb una estructura P no, i amb una estructura PI tampoc.

4.3 La llei de control d'un PI s'expressa de la següent manera:

- a) $mv_{PI} = K_p e(t) - K_i \int e(t) dt$ c) $mv_{PI} = K_p e(t) + K_i e(t)$
b) $mv_{PI} = K_p y(t) + K_i \int e(t) dt$ **d) $mv_{PI} = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt$**

4.4 En un sistema de control realimentat amb un regulador PI com el del laboratori, quan s'anul·la l'error en règim permanent ($E=0$), es pot afirmar que:

a) les accions Proporcional i Integral deixen d'actuar

b) l'acció Proporcional deixa d'actuar però la Integral continua actuant

- c) l'acció Proporcional continua actuant però la Integral deixa d'actuar
d) ambdues accions, Proporcional i Integral, continuen actuant

4.5 Es té el procés nivell controlat en llaç tancat mitjançant un regulador proporcional; l'experiència al laboratori ens indica que, davant una consigna graó de 7.5 Volts, l'error en règim permanent:

A) decreix a mesura que K_p és més gran.

- B) és sempre zero.
C) es manté constant a un valor de 3.75V donat que només depèn de l'amplitud del graó.
D) creix com més gran sigui K_p .

4.6 En un regulador integral, si el senyal d'entrada és sinusoidal:

A) Amb $K_i > 0$ si l'entrada és negativa, la sortida és decreixent.

- B) En anul·lar l'entrada s'anul·la la sortida.
C) Amb $K_i > 0$ l'entrada i la sortida són del mateix signe.
D) Només es pot augmentar l'amplitud del senyal de sortida augmentant K_i .

4.7 Un procés modelitzat per una funció de transferència $G(s) = \frac{2}{s^2 + s}$ es controla en llaç tancat mitjançant un regulador Proporcional K_P . En aquestes condicions i assumint que el comportament del procés realimentat és lineal i estable per qualsevol valor de $K_P > 0$, quin és el rang de valors que pot prendre el guany proporcional per obtenir un error de control inferior al 10% si s'aplica un graó com a consigna?

- a) $K_P > 45$
b) $K_P \in (0, 4.5)$

c) Qualsevol valor de $K_P > 0$ compleix amb el que es demana.

- d) $K_P < 45$

4.8 En un sistema de control realimentat amb un regulador PI com el del laboratori es dobla el valor del guany K_p ($K_p \rightarrow 2K_p$). Llavors, quan s'anul·la l'error en règim permanent ($E=0$), es pot afirmar que:

- a) l'acció de control (en règim permanent) amb $2K_p$ és el doble que amb K_p original
- b) l'acció de control (en règim permanent) amb $2K_p$ es manté igual que amb K_p original**
- c) l'acció de control (en règim permanent) amb $2K_p$ és la meitat que amb K_p original
- d) cap de les anteriors afirmacions és certa

4.9 Un procés modelitzat per una funció de transferència $G(s) = \frac{2}{s^2 + s}$ es controla en laç tancat mitjançant un regulador Proporcional K_p . En aquestes condicions i assumint que el comportament del procés realimentat és lineal i estable per qualsevol valor de $K_p > 0$, quin és l'error en règim permanent si s'aplica un graó com a consigna?

- a) $2/3$
- b) 0**
- c) ∞
- d) 1

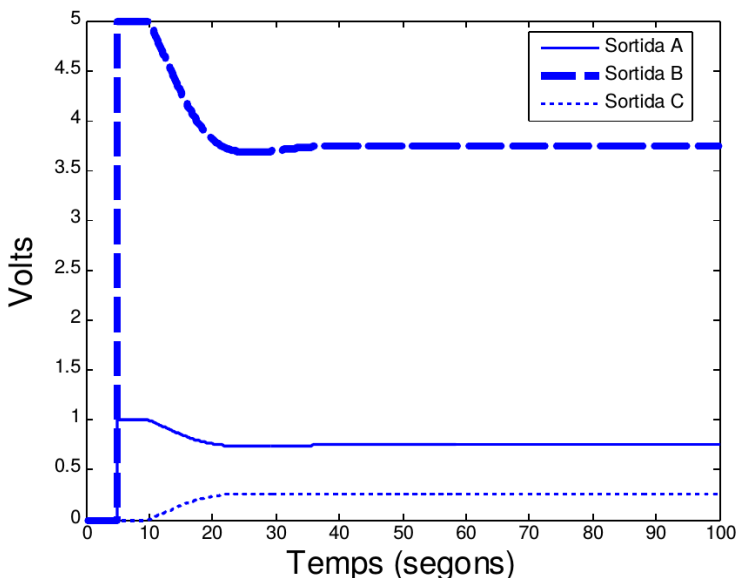
4.10 Un procés de nivell com el del laboratori es pot modelitzar per $G(s) = \frac{0.5e^{-2s}}{60s+1}$ i es controla en laç tancat ($E=SP-PV$) mitjançant un regulador proporcional amb $K_p=2$ i realimentació unitària $H(s)=1$. Si la consigna és un graó de 6V, llavors en règim permanent es pot afirmar que:

- A) la sortida PV=6V i l'error és nul $E=0V$.
- B) la sortida PV=2V i l'error és $E=4V$.
- C) la sortida PV=6V i l'error és $E=6V$.
- D) la sortida PV=3V i l'error és $E=3V$.**

4.11 Es té el procés nivell controlat en laç tancat mitjançant un regulador proporcional; l'experiència al laboratori ens indica que, davant una consigna graó de 7.5 Volts, l'error en règim permanent:

- A) creix com més gran sigui K_p .
- B) decreix a mesura que K_p és més gran.**
- C) es manté constant a un valor de 3.75V donat que només depèn de l'amplitud del graó.
- D) és sempre zero.

4.12 A la següent figura apareix l'evolució de les variables de procés (PV), manipulada (MV) i d'error (E) d'un sistema de primer ordre més retard en laç tancat amb un controlador proporcional ($K_p > 0$) quan s'aplica un graó unitari a l'entrada de consigna (SP). Si sabem que el guany del procés és positiu ($K > 0$) Identifica les tres variables (PV, MV i E) amb les corbes que apareixen a la gràfica (Sortides A, B i C).

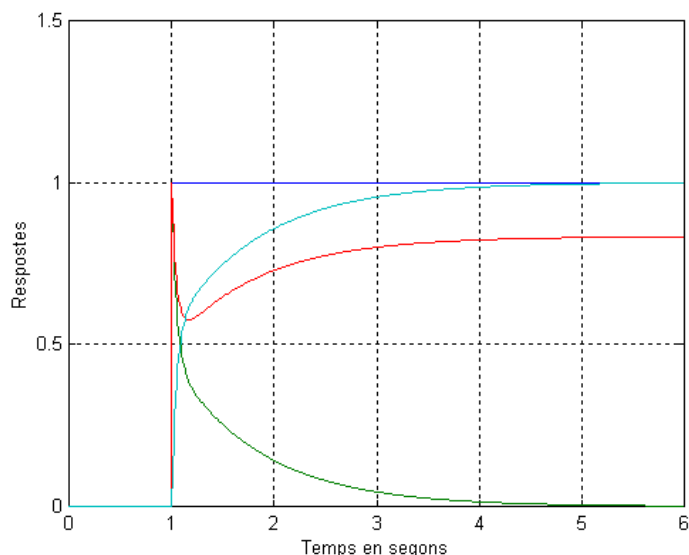


- A) PV (Sortida A) / MV (sortida B) / E (sortida C)
- B) PV (Sortida B) / MV (sortida A) / E (sortida C)
- C) PV (Sortida C) / MV (sortida B) / E (sortida A)**
- D) PV (Sortida B) / MV (sortida C) / E (sortida A)

4.13 La figura mostra la consigna graó SP, l'acció de control MV, l'error E i la sortida del procés PV d'un sistema de control realimentat mitjançant un regulador PI.

En relació al guany estàtic del procés $G(s)$ en llaç obert $K_{\text{procés}}$ es pot afirmar que:

- A) $K_{\text{procés}} < 1$
B) $K_{\text{procés}} > 1$
 C) $K_{\text{procés}} = 1$
 D) Amb la informació disponible no es pot saber el valor de $K_{\text{procés}}$



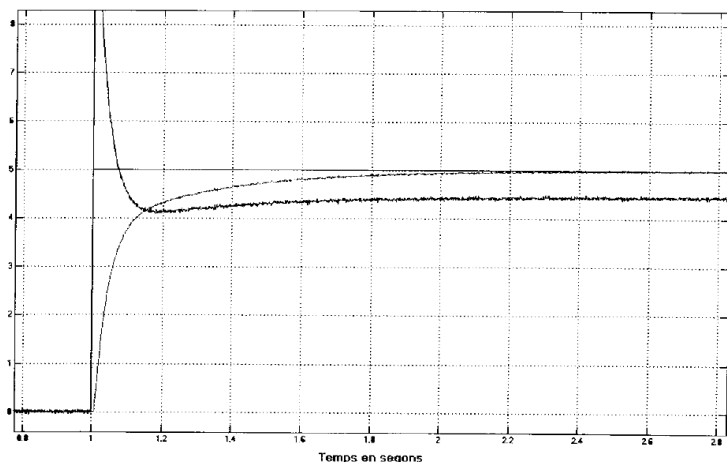
4.14 Un procés de nivell com el del laboratori es pot modelitzar per $G(s) = \frac{0.5e^{-2s}}{60s+1}$ i es controla en llaç tancat ($E = SP - PV$) mitjançant un regulador proporcional amb $K_p = 1$ i realimentació unitària $H(s) = 1$. Si la consigna és un graó de 6V, llavors en règim permanent es pot afirmar que:

- A) la sortida PV=6V i l'error és nul $E=0V$.
B) la sortida PV=2V i l'error és $E=4V$.
 C) la sortida PV=6V i l'error és $E=6V$.
 D) la sortida PV=3V i l'error és $E=3V$.

4.15 En un regulador integral, si el senyal d'entrada és sinusoidal:

- A) Només es pot augmentar l'amplitud del senyal de sortida si s'augmenta K_i
 B) En anul·lar l'entrada s'anul·la la sortida
 C) Amb $K_i > 0$ l'entrada i la sortida sempre tenen el mateix signe
D) Amb $K_i > 0$ si l'entrada és negativa, la sortida és decreixent

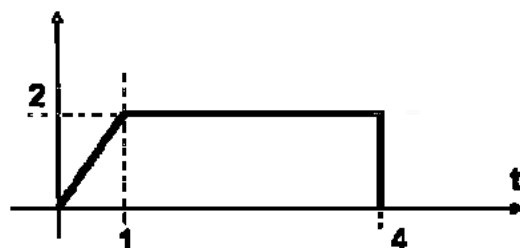
4.16 La figura mostra la consigna graó SP, l'acció de control MV i la sortida del procés PV d'un sistema de control realimentat mitjançant un regulador PI ($K_p=2$ i $K_i=0.5$). En relació al guany estàtic del procés $G(s)$ en llaç obert $K_{\text{procés}}$ es pot afirmar que:



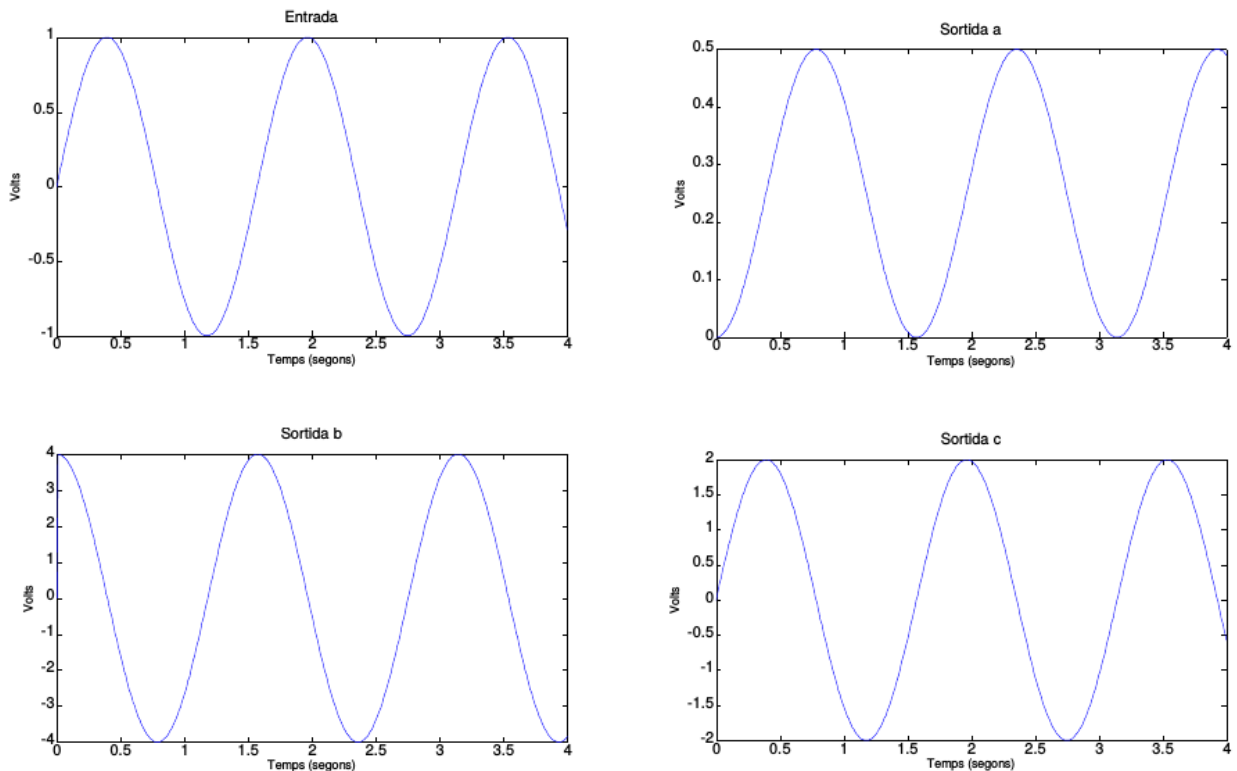
- A) $K_{\text{procés}} < 1$
B) $K_{\text{procés}} > 1$
 C) $K_{\text{procés}} = 1$
 D) Amb la informació disponible no es pot saber el valor de $K_{\text{procés}}$

4.17 A l'entrada d'un regulador PI de paràmetres $K_p=1$ i $K_i=2\text{seg}^{-1}$ s'hi aplica el senyal de la figura (t en segons). Quant valdrà la sortida del regulador als 10 segons?

- A) 4 unitats
C) 14 unitats
 B) 0 unitats
 D) 16 unitats



4.18 S'aplica una entrada sinusoidal de freqüència 4 rad/seg i amplitud 1V (com s'indica a la figura Entrada) a un controlador PID (amb paràmetres de sintonia $K_p=2$, $K_I=1 \text{ rep/seg}$ i $K_D=1 \text{ seg}$). Identifica cadascuna de les tres accions (Proporcional, Integral i Derivativa) amb els senyals que corresponguin (sortides a, b i c)



- A) Acció proporcional (Sortida a) / Acció integral (sortida b) / Acció derivativa (sortida c)
 B) Acció proporcional (Sortida c) / Acció integral (sortida b) / Acció derivativa (sortida a)
C) Acció proporcional (Sortida c) / Acció integral (sortida a) / Acció derivativa (sortida b)
 D) Acció proporcional (Sortida a) / Acció integral (sortida c) / Acció derivativa (sortida b)

4.19 En un sistema de control de nivell (dipòsit superior) realimentat amb un regulador P com el del laboratori es redueix a la meitat el valor del guany K_p ($K_p \rightarrow 0.5K_p$). Llavors, quan el sistema arriba de forma estable al règim permanent, es pot afirmar que:

- a) l'acció de control MV (en règim permanent) amb $0.5K_p$ és el doble que amb K_p original
 b) l'acció de control MV (en règim permanent) amb $0.5K_p$ es manté igual que amb K_p original
 c) l'acció de control MV (en règim permanent) amb $0.5K_p$ és la meitat que amb K_p original

d) cap de les anteriors afirmacions és certa

4.20 En un sistema de control de nivell (dipòsit superior) realimentat amb un regulador P com el del laboratori es dobla el valor del guany K_p ($K_p \rightarrow 2K_p$). Llavors, quan el sistema arriba de forma estable al règim permanent, es pot afirmar que:

- a) l'acció de control MV (en règim permanent) amb $2K_p$ és el doble que amb K_p original
 b) l'acció de control MV (en règim permanent) amb $2K_p$ es manté igual que amb K_p original
 c) l'acció de control MV (en règim permanent) amb $2K_p$ és la meitat que amb K_p original

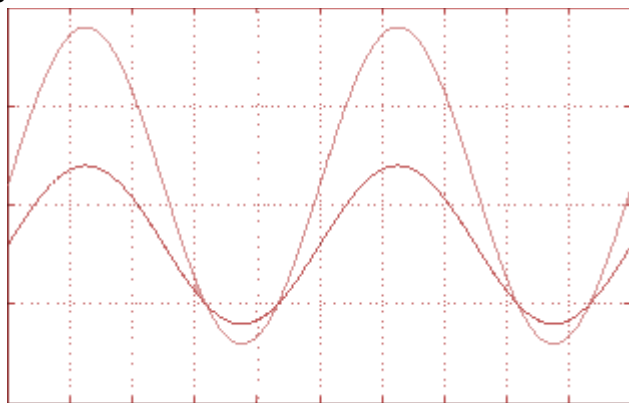
d) cap de les anteriors afirmacions és certa

4.21 Un procés modelitzat per una funció de transferència $G(s) = \frac{6}{3s^2 + 5s}$ es controla en llaç tancat mitjanant un regulador Proporcional K_p . En aquestes condicions i assumint que el comportament del procés realimentat és lineal i estable per qualsevol valor de $K_p > 0$, quin és l'error en règim permanent si s'aplica un graó com a consigna?

- a) $2/3$ **b) 0** c) ∞ d) 1

4.22 Es té la gràfica (sense nom ni unitats als eixos) de la figura, que correspon a l'entrada i a la sortida d'un regulador proporcional amb el guany positiu ($K_p > 0$). Es pot assegurar que:

Voltatge



- a) El guany K_p del regulador és major que 1.
- b) El guany K_p del regulador és menor que 1.

c) L'offset del senyal d'entrada és positiu.

- d) No es pot afirmar res degut a que no hi ha unitats.

temps

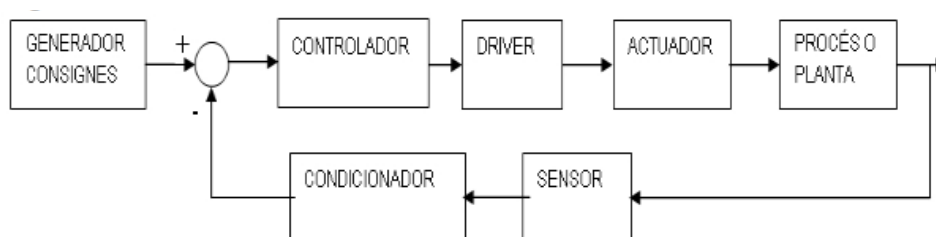
4.23 Donat el diagrama de blocs de la figura:

a) L'acció de control és la sortida del condicionador.

b) L'acció de control és el senyal de sortida del procés.

c) L'acció de control és el senyal d'entrada al procés.

d) L'acció de control és la consigna.



4.24 En un sistema de control de nivell (dipòsit superior) realimentat amb un regulador PI com el del laboratori es fa la meitat el guany K_p ($K_p \rightarrow 0.5K_p$). Llavors, quan el sistema arriba de forma estable al règim permanent, es pot afirmar que:

a) l'acció de control MV (en règim permanent) val 0

b) l'acció de control MV (en règim permanent) amb $0.5K_p$ es manté igual que amb K_p original

c) l'acció de control MV (en règim permanent) amb $0.5K_p$ és la meitat que amb K_p original

d) l'acció de control MV (en règim permanent) amb $0.5K_p$ és el doble que amb K_p original

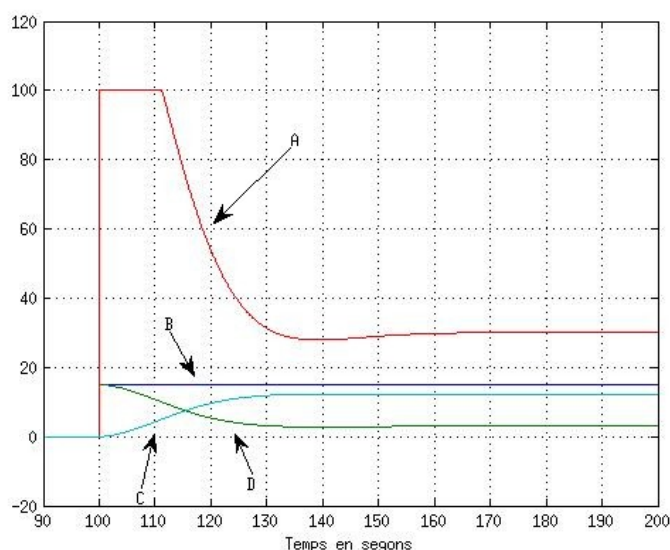
4.25 La figura mostra els senyals d'un sistema de control realimentat amb un regulador P ($K_p=10$) i consigna gràf:

a) A és l'error, B la consigna, C és l'acció de control i D la resposta del procés.

b) A és l'error, B la consigna, C la resposta del procés i D és l'acció de control.

c) A és la resposta del procés, B la consigna, C l'error i D és l'acció de control.

d) A és l'acció de control, B la consigna, C la resposta del procés i D és l'error.



4.26 Un procés modelitzat per una funció de transferència $G(s) = \frac{0.5e^{-3s}}{70s+1}$ es controla en llaç tancat mitjanant un regulador Proporcional K_p . En aquestes condicions i assumint que el comportament del procés realimentat és lineal i estable per $K_p=2$, quin és l'error en règim permanent si s'aplica un graó unitari com a consigna?

- a) 1 b) 0 c) $\frac{1}{140}$ **d) 0.5**

4.27 Un procés modelitzat per una funció de transferència $G(s) = \frac{0.4e^{-3s}}{50s+1}$ es controla en llaç tancat mitjanant un regulador Proporcional K_p . En aquestes condicions i assumint que el comportament del procés realimentat és lineal i estable per $K_p=5$, quin és l'error en règim permanent si s'aplica un graó unitari com a consigna?

- a) $\frac{1}{10}$ b) 0 c) $\frac{1}{250}$ **d) $\frac{1}{3}$**

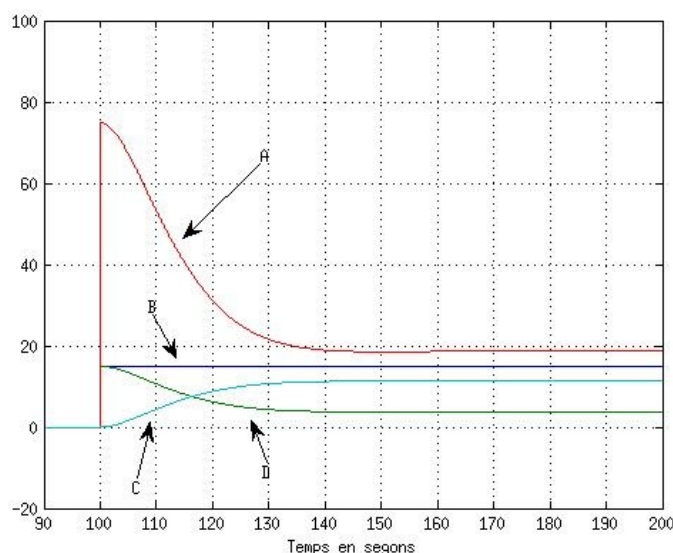
4.28 La figura mostra els senyals d'un sistema de control realimentat amb un regulador P ($K_p=5$) i consigna graó:

a) A és l'error, B la consigna, C és l'acció de control i D la resposta del procés.

b) A és l'error, B la consigna, C la resposta del procés i D és l'acció de control.

c) A és la resposta del procés, B la consigna, C l'error i D és l'acció de control.

d) A és l'acció de control, B la consigna, C la resposta del procés i D és l'error.



4.29 En el control PI del nivell del dipòsit superior del laboratori....

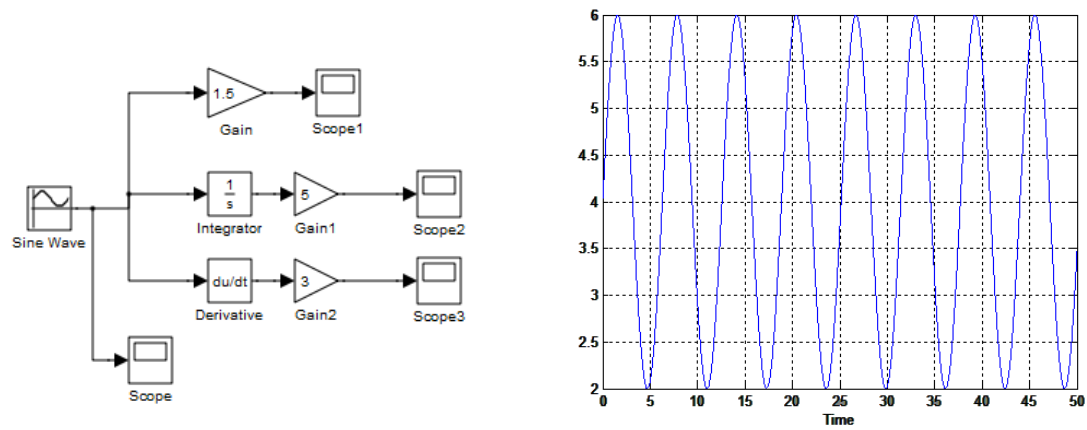
a) la simulació SÍ dóna error de control però la maqueta NO

b) la simulació NO dóna error de control però la maqueta SÍ

c) la simulació SÍ dóna error de control i la maqueta TAMBÉ

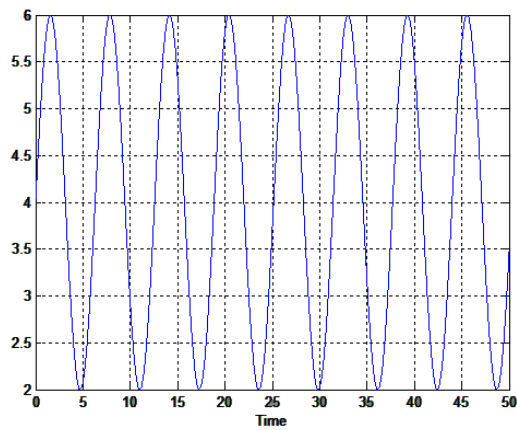
d) la simulació NO dóna error de control i la maqueta TAMPOC

4.30 Tenint en compte el muntatge i la gràfica del bloc Scope mostrats a la Figura 1,



a quin bloc pot correspondre a la figura següent?

Figura 1



- a) Scope1
- b) Scope2
- c) Scope3
- d) Cap dels anteriors**

Pràctica 5. Sintonia empírica i analítica de PID

5.1 La sintonia empírica d'un controlador PI a través del mètode ITAE Rovira:

- a) pretén obtenir una resposta amb una raó d'esmoreïment del 20%
- b) pretén obtenir errors de control de com a màxim del 25%
- c) pretén obtenir errors de control que no persisteixin massa temps**
- d) pretén obtenir una resposta ràpida sense "overshoot"

5.2 El retard pur T_0 es pot aproximar de la següent manera:

- a) $e^{-T_0 s} \simeq \frac{1}{T_0 s - 1}$
- c) $e^{-T_0 s} \simeq \frac{1}{T_0 s + 1}$**
- b) $e^{T_0 s} \simeq \frac{1}{T_0 s - 1}$
- d) $e^{-T_0 s} \simeq \frac{1}{-T_0 s + 1}$

5.3 La sintonia empírica d'un controlador PI a través del mètode de Ziegler Nichols:

- a) pretén obtenir una resposta amb una raó d'esmoreïment del 25%**
- b) pretén obtenir una resposta ràpida sense "overshoot"
- c) pretén obtenir una resposta amb una raó d'esmoreïment del 20%
- d) pretén obtenir errors de control que no persisteixin massa temps

5.4 A la pràctica 5 hem fet servir:

- a) el mètode Ziegler-Nichols de sintonia empírica i el mètode ITAE de Rovira de sintonia analítica.
- b) el mètode Ziegler-Nichols de sintonia analítica i el mètode ITAE de Rovira de sintonia empírica.
- c) els mètodes de Ziegler-Nichols i ITAE de Rovira, ambdós de sintonia empírica.**
- d) els mètodes de Ziegler-Nichols i ITAE de Rovira, ambdós de sintonia analítica.

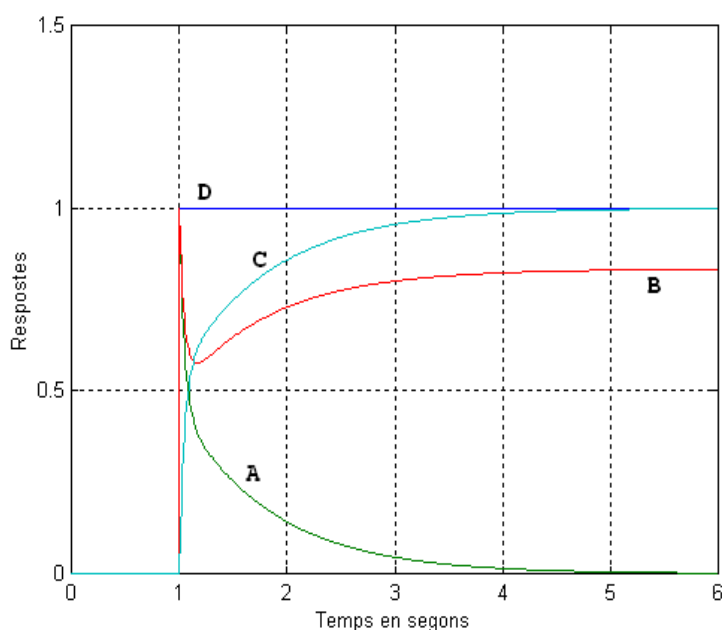
5.5 La figura mostra els senyals d'un sistema de control realimentat amb un regulador PI i una consigna graó:

a) A és l'error, B és l'acció de control, C la consigna i D la resposta del procés.

b) B és l'error, A és l'acció de control, D la consigna i C la resposta del procés.

c) A és l'error, B és l'acció de control, D la consigna i C la resposta del procés.

d) B és l'error, A és l'acció de control, C la consigna i D la resposta del procés.



5.6 A la pràctica 5:

a) els mètodes de sintonia empírica han comportat l'ús de taules i el de sintonia analítica no.

b) els mètodes de sintonia empírica han comportat l'ús d'expressions matemàtiques, però no de taules.

c) el mètode de sintonia analítica ha comportat l'ús de taules, però no d'expressions matemàtiques.

d) cap mètode de sintonia ha comportat l'ús d'expressions matemàtiques.

5.7 Quina de les següents afirmacions és **falsa**:

A) Per poder utilitzar el mètode de sintonia per assignació de pols cal disposar sempre del model en funció de transferència del procés a regular.

B) Quan es controla en llaç tancat un sistema de primer ordre sense retard pur (o amb retard pur menyspreable) mitjançant un regulador PI el conjunt resultant és d'ordre dos.

C) El mètode de sintonia per assignació de pols pretén sempre que la resposta del sistema controlat en llaç tancat tingui un esmorteïment crític (rebassament o overshoot zero).

D) El mètode de sintonia per assignació de pols no es pot aplicar a sistemes que es vulguin controlar en llaç obert.

Pràctica 6. Regulador PID industrial Bürkert 1110

6.1 La configuració del regulador industrial en acció directa (**Inv=yes** al regulador BÜRKERT):

a) fa que l'error es calculi segons $E=SP-PV$ ($E=R-Y$) i cal fer-la servir quan el procés té una relació entrada-sortida negativa, com ara per controlar el nivell del dipòsit inferior del laboratori

b) fa que l'error es calculi segons $E=PV-SP$ ($E=Y-R$) i cal fer-la servir quan el procés té una relació entrada-sortida negativa, com ara per controlar el nivell del dipòsit inferior del laboratori

c) fa que l'error es calculi segons $E=SP-PV$ ($E=R-Y$) i cal fer-la servir quan el procés té una relació entrada-sortida positiva, com ara per controlar el nivell del dipòsit superior del laboratori

d) fa que l'error es calculi segons $E=PV-SP$ ($E=Y-R$) i cal fer-la servir quan el procés té una relació entrada-sortida positiva, com ara per controlar el nivell del dipòsit superior del laboratori

6.2 Com es pot aconseguir que el controlador Burkert funcioni amb realimentació positiva (direct) i no amb realimentació negativa (reverse)?

a) No es pot fer

b) Entrant al bloc Input i canviar *Reverse* per *Direct*

c) Entrant al bloc de control i posant com paràmetres K_p i T_r valors negatius

d) Entrant al bloc Output i canviant *Inv=No* per *Inv=Yes*

6.3 Si es vol fer una sintonia automàtica dels paràmetres del controlador Burkert per determinar els millors paràmetres K_p , T_r i T_d que proporciona el controlador Burkert per un cert sistema, cal:

a) Configurar el Autotune a ON i el Adaptive a ON

b) Configurar el Autotune a OFF i el Adaptive a ON

c) Configurar el Autotune a ON i, després de sortir de la configuració, fer un canvi de consigna

d) Configurar el Adaptive a ON i, després de sortir de la configuració, fer un canvi de consigna

6.4 Si es vol aplicar un controlador de tipus Proporcional (sense acció integral ni derivada) en el controlador PID Burkert, cal:

a) Posar T_r al valor màxim 9999.9 i $T_d=0$

b) Posar T_r al valor màxim 9999.9 i T_d al valor màxim 9999.9

c) Posar $T_r=0$ i $T_d=0$

b) Posar $T_r=0$ i T_d al valor màxim 9999.9

6.5 La configuració del regulador industrial en acció reversa (**Inv=no** al regulador BÜRKERT):

a) fa que l'error es calculi segons $E=SP-PV$ ($E=R-Y$) i cal fer-la servir quan el procés té una relació entrada-sortida negativa, com ara per controlar el nivell del dipòsit inferior del laboratori

b) fa que l'error es calculi segons $E=PV-SP$ ($E=Y-R$) i cal fer-la servir quan el procés té una relació entrada-sortida negativa, com ara per controlar el nivell del dipòsit inferior del laboratori

c) fa que l'error es calculi segons $E=SP-PV$ ($E=R-Y$) i cal fer-la servir quan el procés té una relació entrada-sortida positiva, com ara per controlar el nivell del dipòsit superior del laboratori

d) fa que l'error es calculi segons $E=PV-SP$ ($E=Y-R$) i cal fer-la servir quan el procés té una relació entrada-sortida positiva, com ara per controlar el nivell del dipòsit superior del laboratori

6.6 Com sabeu, un regulador automàtic PID industrial, com és el cas del Burkert, pot treballar en manual o en automàtic. En aquests dos casos, què ha de fer l'operador per a que treballi adequadament el regulador automàtic?

A) No ha de fer res l'operador, tot és automàtic

B) L'operador ha d'introduir un valor de consigna (SP) en manual i un valor de variable manipulada (MV) en automàtic

C) L'operador ha d'introduir un valor de la variable de procés (PV) en manual i un valor de consigna (SP) en automàtic

D) L'operador ha d'introduir un valor de variable manipulada (MV) en manual i un valor de consigna (SP) en automàtic

6.7 Quina és la diferència de les funcions AUTOTUNE i ADAPTION en el controlador Burkert?

- A) Fan el mateix: sintonitzen automàticament i contínuament els paràmetres (K_p , T_r i T_d) del controlador.
- B) L'AUTOTUNE sintonitza automàticament i contínuament els paràmetres (K_p , T_r , T_d) del controlador i l'ADAPTION només un cop.
- C) Fan el mateix: sintonitzen automàticament un cop els paràmetres (K_p , T_r i T_d) del controlador.
- D) L'AUTOTUNE sintonitza automàticament un cop els paràmetres (K_p , T_r , T_d) del controlador i l'ADAPTION contínuament.**

6.8 Si es vol aplicar un controlador de tipus Proporcional-Integral (sense acció derivada) en el controlador PID Burkert, cal:

- A) Posar $T_d=9999.9$
- B) Posar $K_p=9999.9$ i $T_d=0$
- C) Posar $T_r=0$ i $T_d=0$
- D) Posar $T_d=0$**

6.9 El regulador industrial BÜRKERT ofereix dues funcions mitjançant les quals es trien automàticament els paràmetres del PID d'acord amb les característiques del procés: la funció TUNE i la funció ADAPTION. Si es tria l'opció TUNE:

- A) els paràmetres es recalculen una sola vegada, aplicant un mètode Ziegler-Nichols modificat (provocant una oscil·lació crítica en la resposta del procés) a partir del moment en que es produeixi el següent canvi de consigna.**
- B) els paràmetres es recalculen una sola vegada, mitjançant un mòdul fuzzy logic (un conjunt de regles) a partir del moment en que es produeixi el següent canvi de consigna.
- C) els paràmetres es recalculen cada vegada que hi ha un canvi de consigna, si la resposta del procés s'allunya de l'esperada, aplicant un mètode Ziegler-Nichols modificat.
- D) els paràmetres es recalculen cada vegada que hi ha un canvi de consigna, si la resposta del procés s'allunya de l'esperada, mitjançant un mòdul fuzzy logic.

6.10 Per controlar els dos dipòsits de l'equip amb el controlador Burkert cal que l'error de regulació (E) sigui:

- A) $E=SP-PV$ per controlar el nivell del dipòsit inferior i $E=PV-SP$ per controlar el dipòsit superior
- B) $E=PV-SP$ per controlar el nivell del dipòsit inferior i $E=SP-PV$ per controlar el dipòsit superior**
- C) $E=SP-PV$ per controlar el nivell del dipòsit inferior i $E=SP-PV$ per controlar el dipòsit superior
- D) $E=PV-SP$ per controlar el nivell del dipòsit inferior i $E=PV-SP$ per controlar el dipòsit superior